ÜBER

# DIE DIFFUSION DES AMMONIAKS DURCH WASSER UND DURCH ALKOHOL.

---

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

KGL. FRIEDRICH-ALEXANDERS-UNIVERSITÄT ZU ERLANGEN

VON

**JOHANNES MÜLLER.**

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV LEIDEN

---

LEIPZIG,
JOHANN AMBROSIUS BARTH.
1891.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im physikalischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Hannover ausgeführt.

Es sei mir gestattet, dem Leiter dieses Laboratoriums, Herrn Professor H. Kayser, an dieser Stelle für das Wohlwollen, welches er mir gezeigt hat, meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535709_0101

## § 1.

## Einleitung. Historisches.

Über die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase durch Flüssigkeitslamellen, die aus einer geeigneten Seifenlösung hergestellt werden, sind Untersuchungen von Herrn Exner angestellt worden. (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien, LXX. Band, II. Abth. 1874, p. 465 u. f. f.). Bei diesen Versuchen findet eine gleichzeitige Bewegung zweier Gase in entgegengesetzten Richtungen durch eine Seifenlamelle statt, die in einem cylindrischen Rohre ausgespannt ist. Das Rohr ist an einem Ende verschlossen, und es wird in demselben durch die Seifenlamelle ein Volumen Luft abgeschlossen. Das offene Ende der Röhre wird mit einem von einem Gas erfüllten Raum in Verbindung gesetzt. Der Gesammtdruck beider Gase ist auf beiden Seiten des Diaphragmas während des ganzen Versuches konstant und gleich dem Atmosphärendruck. Durch die anfängliche und endliche Stellung der Lamelle, die während der Diffusion sich in einer Richtung fortbewegt, wird das Verhältnis der Geschwindigkeiten ermittelt, mit denen die Gase die Lamelle durchsetzen. Bei dem Versuch mit Ammoniak im Diffusionsrohr zerreisst die Seifenlamelle sofort, wofür der Grund wohl in der plötzlichen Drucksteigerung innerhalb des durch die Lamelle abgeschlossenen Volumens liegt. Zur Feststellung der Diffusionsgeschwindigkeit des Ammoniaks wurden auf der Oberfläche einer Seifenlösung Blasen mit dem zu untersuchenden Gase gebildet. Die Blasen ziehen sich sehr rasch zusammen. Aus dieser Volumenänderung ergab sich, dass durch die Lamelle hindurch 1 Volumen Luft gegen 42 000 Volumina Ammoniak ausgetauscht wird.

Exner kommt zu dem Resultate, dass die Diffusionsgeschwindigkeit für die von ihm untersuchten Gase proportional dem Ausdrucke $C/\sqrt[2]{\delta}$ ist, wo $C$ der Absorptionskoëfficient und $\delta$ die Dichte des Gases ist.

Damit ist wohl der Schluss gerechtfertigt, dass eine Seifenlamelle in der That als eine poröse Wand von so geringer Dicke betrachtet werden muss, dass ihre Poren als Löcher in unendlich dünner Wand wirken (Bunsen, Gasometrische Methoden, pag. 271.)

Zur Prüfung des von Herrn Exner aufgestellten Gesetzes hat Herr Johann Pranghe Untersuchungen angestellt über die Diffusion verschiedener Gase durch dünne Lamellen von Seifenlösung und von Leinöl nach dem oben beschriebenen Verfahren des Herrn Exner. Bei zunehmender Dicke der Lamelle sank die Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs erheblich, diejenige des Sauerstoffs änderte sich wesentlich mit der Reinheit dieses Gases. Die beobachteten Diffusionsgeschwindigkeiten bei der Seifenlamelle stimmen mit den nach dem Gesetze des Herrn Exner berechneten überein. Auch mit zunehmender Dicke der Leinöllamellen sank die Diffusionsgeschwindigkeit aller Gase gegen Luft beträchtlich. Bei der Beobachtung der Diffusionsgeschwindigkeit $\alpha$ verschiedener Gase durch Leinöl stellte sich heraus, dass $\alpha$ nicht entsprechend dem Exner'schen Gesetze proportional ist mit dem Ausdrucke $C/\sqrt{\delta}$, wo $C$ der Absorptionskoëfficient und $\delta$ die Dichte der Gase ist. Für die Diffusion der Gase durch Leinöllamellen ist vielmehr die von Bunsen gegebene Theorie anzuwenden, die sich zunächst auf die Diffusion durch poröse Diaphragmen bezieht. (Bunsen, Gasometrische Methoden, Braunschweig 1877, pag. 290 u. f. f.)

Von Herrn Fick sind Untersuchungen angestellt über die Diffusion einer Salzlösung durch Wasser. Es wird gezeigt (Poggendorff's Annalen Band 94, pag. 59 u. f. f.), dass die Verbreitung eines gelösten Körpers im Lösungsmittel, wofern sie ungestört unter dem Einfluss der Molekularkräfte stattfindet, nach demselben Gesetz vor sich geht, welches Fourier für die Verbreitung der Wärme in einem Leiter aufgestellt hat. Hiernach hätte man in der Fourier'schen Theorie das Wort

„Wärmemenge“ mit dem Worte „Menge der gelösten Substanz“, das Wort „Temperatur“ mit „Grad der Concentration“ und das Wort „Wärmeleitungsvermögen“ mit „Diffusionskonstante“ zu vertauschen.

Herr von Wroblewsky hat gefunden (Annalen der Physik und Chemie, Bd. 158, 1876) bei seinen Beobachtungen über den Durchgang der Kohlensäure durch eine Kautschukmembran, dass die Diffusionsgeschwindigkeit dem Drucke des diffundierenden Gases auf die Membran proportional ist.

Weitere Untersuchungen (Annalen der Physik und Chemie. N. F. Bd. 2. 1877.) über die Fortbewegung der Kohlensäure im Wasser sind von Herrn von Wroblewsky mitgeteilt. Es ergab sich, dass die Kohlensäure sich im reinen Wasser nicht nach dem Biot-Fourier'schen Gesetze, sondern bei weitem schneller verbreitet; es sind die absorbierten Gasmengen nicht den Quadratwurzeln aus der Zeit, sondern der Zeit fast direkt proportional. Die Verbreitung des Gases wurde aber eine ganz andere, sobald das Wasser durch Auflösung eines indifferenten Körpers, z. B. eines Krystalloids, hinreichend dicht gemacht worden war. Besteht die Flüssigkeit aus 40 Volumina concentrierter Chlornatriumlösung und aus 60 Volumina reinen Wassers, so verbreitet sich die Kohlensäure streng nach dem Biot-Fourier'schen Gesetze durch die Flüssigkeit. Herr von Wroblewsky stellt schliesslich folgenden Satz auf: Wird ein Gas absorbiert, so verbreitet sich dasselbe im absorbierenden Körper nach denselben Gesetzen, nach welchen sich die Wärme in einem festen Stabe fortpflanzt, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob der absorbierende Körper flüssig oder fest ist oder in einem der Übergangszustände sich befindet, welche zwischen diesen beiden Extremen hergestellt werden können.

Über die von Herrn Stefan angestellten Untersuchungen siehe pag. 25.

Die im Nachfolgenden beschriebenen Versuche haben den Zweck, den stationären Strom der Gase, besonders des Ammoniaks durch eine Flüssigkeitsschicht von endlicher Dicke zu untersuchen. Die Diffusion des Gases ist nur beim herrschenden Atmosphärendruck betrachtet worden.

§ 2.

Das bei der nachfolgenden Untersuchung benutzte Ammoniakgas wurde aus Ammoniakflüssigkeit durch Erwärmen und Kochen derselben in der Kochflasche *a* entwickelt. Letztere war durch einen Kork verschlossen, durch den ein Sicherheitsrohr und ein Ableitungsrohr für das Gas führte. Um ein Entweichen des Gases durch die Poren des bei *e* befindlichen Korkes zu vermeiden, war derselbe mit einer dichten Schicht guten Siegellack überzogen. Durch die Glasröhre *h* gelangte das sich entwickelnde Gas in eine Flasche *m*, welche von kaltem Wasser umspült war und nach Art eines Liebig'schen Kühlers wirkte. In der Flasche *m* kondensierte sich der in *a* entwickelte Wasserdampf. Die in der Flasche *m* sich ansammelnde Wassermenge war nur gering, wenn bei jedem Versuch neue Ammoniakflüssigkeit in die Flasche *a* gegossen wurde. Bei den ersten Versuchen wurde das Gas sogleich in das weiter unten beschriebene Rohr mit Kalk geleitet. Durch den dem Gase beigemischten Wasserdampf wurde der Kalk sogleich am Eingang der Röhre gelöscht; leicht setzte sich die Röhre zu, und es wurde ein Weiterströmen des Gases verhindert. Durch das Rohr *l* und den Schlauch *s* gelangte das Gas in ein 2 m langes Glasrohr, das mit kleinen Stückchen Calciumoxyd angefüllt war. Der letzte Rest von Wasserdampf wurde in dem Rohre dem Gase genommen. Die Flasche *m* war ebenfalls durch Kork und Siegellack luftdicht verschlossen.

Nachdem das Gas durch das Trockenrohr gegangen war, gelangte es in die etwa 2000 ccm grosse Flasche *M*, welche oben mit drei Öffnungen versehen war und als Gasometer diente. In die mittlere Öffnung führte das Zuleitungsrohr. An dieser wie auch an den beiden übrigen Öffnungen war durch Siegellack ein luftdichter Verschluss der Flasche sorgfältig hergestellt. Wurde Ammoniak in dem Behälter *M* komprimiert, während alle Ableitungsröhren verschlossen waren, so konnte man selbst geringe Mengen des durch etwa vorhandene sehr kleine Risse und Poren im Siegellack austretenden Ammoniaks durch den Geruch wahrnehmen. Die Siegellackschicht wurde so lange verbessert, bis ein Austreten des Ammoniaks nicht mehr bemerkbar war.

In die Öffnung *g* der Flasche *M* war mittelst eines Korkes eine bei *n* rechtwinklig gebogene, bei *z* mit einem Hahn versehene Glasröhre eingesetzt. An dieses Rohr konnten bei *w* die zu den einzelnen Versuchen dienenden Glasröhren angesetzt werden. Bei *w* wurde auf die nach *M* führende Röhre ein weiteres Glasrohr geschoben, in welchem wiederum bei *u* durch Siegellack ein dreimal rechtwinklig gebogenes Glasrohr eingekittet war, das in seinem unteren Teile *yv* dazu diente, die Flüssigkeit aufzunehmen, durch welche das Gas diffundieren sollte. Bei *w* war ebenfalls ein luftdichter Verschluss durch Siegellack hergestellt.

Durch die dritte Öffnung *r* des Gefässes *M* führte ein Glasrohr von $(\overline{1.88}^2 . \pi)$ qmm Querschnitt bis auf den Boden. Dieses Glasrohr war etwas oberhalb des Korkes *p* rechtwinklig gebogen; ferner durch einen kurzen Schlauch verbunden mit einer etwa 2 m langen Glasröhre von derselben Weite, die ihrerseits wieder verbunden war durch einen Kautschukschlauch mit dem unteren Ende eines senkrecht aufgestellten graduierten Rohres. Mittelst eines Quetschhahnes konnte der Schlauch am unteren Ende des graduierten Rohres fest geschlossen werden War dies geschehen, so wurde das graduierte Rohr mit Quecksilber gefüllt, der Quetschhahn wurde für einen Augenblick weit gelöst und das Quecksilber strömte durch die Glasröhre *AB* in den Behälter *M*. War der Boden des Gasometers *M* hinreichend mit Quecksilber bedeckt, so wurde der Quetschhahn geschlossen, und die ganze Röhre war mit Quecksilber gefüllt, welches stehen blieb, wofern nicht an irgend einer Verbindungsstelle des Rohres das Innere desselben mit der äusseren Luft kommunizierte.

Wurde das Gas in der Flasche *a* entwickelt, so füllte sich allmählich der Gasometer *M* mit demselben. Der Hahn bei *z* war geöffnet, sodass das Gas durch den ganzen Apparat strömte. Von dem Gase musste eine grosse Menge entwickelt werden, damit sicher alle Luft bei Beginn des Versuches ausgetrieben war. Hiervon hing wesentlich der Erfolg des Versuches ab. Sobald es sicher war, dass der Gasometer *M* völlig mit Ammoniak gefüllt war, wurde durch einen Quetschhahn bei *k* der Kautschukschlauch geschlossen, und es wurde Ammoniakflüssigkeit in die Röhre *vy* mittelst einer Pipette gegossen. Die Flüssigkeitssäule begann sofort zu steigen im Rohre empor

nach $u$, da die Flüssigkeit nicht völlig mit Gas gesättigt ist. Um die Flüssigkeitssäule in der Lage $vy$ zu erhalten, lässt man durch Lösen des Quetschhahnes am untern Ende des graduierten Rohres Quecksilber zufliessen derart, dass das absorbierte Volumen Ammoniak beständig im Gasometer $M$ durch ein gleiches Volumen Quecksilber ersetzt wird. Innerhalb des Gasometers befindet sich das Gas unter dem draussen herrschenden Atmosphärendruck. Der Teil $yv$ der Diffusionsröhre war umspült von Wasser konstanter Temperatur. Notwendig erfolgt an der Stelle, wo die Absorption und Wiederabgabe des Gases vor sich geht, eine Wärmeentwickelung. Um den störenden Einfluss der letzteren zu vermeiden, war das Wasserbad konstanter Temperatur nötig. Am graduierten Rohr konnte die in den Behälter $M$ strömende Quecksilbermenge in Cubikcentimeter abgelesen werden.

Während des Versuches sind Schwankungen der Zimmertemperatur sorgfältig zu vermeiden. In Folge einer Temperaturänderung würde das in $M$ eingeschlossene Gas sein Volumen ändern, und dadurch müsste eine regellose Bewegung der Flüssigkeitssäule eintreten. Andererseits wird auch das Volumen des in beträchtlicher Menge zur Verwendung kommenden Quecksilbers geändert werden. Bei vorkommenden Schwankungen der Temperatur wird demnach der Apparat wie ein Luftthermometer wirken.

Es ist erforderlich, dass die Flüssigkeitssäule genau bis zum äussersten Rand $v$ der Diffusionsröhre reicht. Ist dieses nicht der Fall, so wird sich im Rohre bei $v$ Gas ansammeln, dort einen Partialdruck ausüben und den Gang der Diffusion stören. Um stets über dem Ausgang des Rohres $v$ reine Luft zu haben, wurde über denselben weg ein schwacher Strom reiner atmosphärischer Luft von der Temperatur des Zimmers geleitet.

Die Bewegungen der Flüssigkeitssäule $yv$ wurden in einer Entfernung von etwa 2 m, wo sich auch das mit Quecksilber gefüllte graduierte Rohr befand, mit einem Fernrohr beobachtet. Eine geringe Drehung an einer der Schrauben des Quetschhahnes $t$ veranlasste sofort eine Bewegung der Flüssigkeitssäule. Die Flüssigkeit muss in beiden Schenkeln gleich hoch stehen; ist dieses nicht der Fall, so befindet sich das Gas unter einem andern als dem Atmosphärendruck.

Während das Gas in der einen Richtung diffundiert, wird gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung ein Strom atmosphärischer Luft sich bewegen. Die Intensität des Luftstromes wird aber weit geringer sein, als die des Ammoniakstromes; es ist also anzunehmen, dass bis zum Schlusse des etwa 3—4 Stunden dauernden Versuches der Gasometer *M* völlig mit Ammoniak gefüllt ist.

## § 3.

Es ist zunächst die Frage aufzuwerfen, inwiefern hängt die Menge des diffundierenden Gases von dem Querschnitt und der Länge der Flüssigkeitssäule $y$ $v$ ab. Es folgen zunächst die Beobachtungen, bei denen die Flüssigkeit eine Temperatur von 15° C. hatte. Es sind vier Röhren von verschiedenem Querschnitte und von verschiedener Länge benutzt worden. In Intervallen von 5 Minuten ist der Stand des Quecksilbers im graduierten Rohre abgelesen.

1. Barometerstand: 758 mm, Temperatur der Flüssigkeit: 14,8—15,2° C. Zimmertemperatur: 20°, Querschnitt der Flüssigkeitssäule: 0,251 qcm. Länge derselben: 8,3 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 8h 45′ | −0,16 | — | 10h 20′ | — | 1,75 |
| 8 50 | +3,45 | 3,61 | 10 25 | 10,60 | 1,75 |
| 8 55 | 7,15 | 3,70 | 10 30 | 12,36 | 1,76 |
| 9 0 | 10,56 | 3,41 | 10 35 | 14,03 | 1,67 |
| 9 5 | 13,80 | 3,24 | 10 40 | — | 1,40 |
| 9 10 | 16,95 | 3,15 | 10 45 | 16,80 | 1,40 |
| 9 15 | 19,80 | 2,85 | 10 50 | 18,20 | 1,40 |
| 9 20 | 22,58 | 2,78 | 10 55 | 19,60 | 1,40 |
| 9 25 | — | 2,54 | 11 0 | 20,92 | 1,32 |
| 9 30 | 27,65 | 2,53 | 11 5 | 22,25 | 1,33 |
| 9 35 | 30,05 | 2,40 | 11 10 | 23,57 | 1,32 |
| 9 40 | 32,50 | 2,45 | 11 15 | — | 1,32 |
| 9 45 | 34,60 | 2,10 | 11 20 | — | 1,32 |
| 9 50 | — | 1,95 | 11 25 | 27,53 | 1,32 |
| 9 55 | 38,50 | 1,95 | 11 30 | 28,82 | 1,29 |
| 10 0 | 1,80 | — | 11 35 | 30,15 | 1,33 |
| 10 5 | 3,60 | 1,80 | 11 40 | — | 1,40 |
| 10 10 | 5,35 | 1,75 | 11 45 | 32,95 | 1,40 |
| 10 15 | 7,10 | 1,75 | | | |

Während der Zeit von $10^h$ 55′ bis $11^h$ 45′ diffundierten im Durchschnitt in 5 Minuten 1,33 ccm.

In der ersten Spalte der Tabelle ist die Zeit angegeben, in der zweiten der Stand des Quecksilbers, in der dritten das Volumen des absorbierten Ammoniaks. Meist war es nötig, das graduierte Rohr 2—4 mal zu füllen, ehe sich der stationäre Zustand herausstellte.

Bei der Annahme, dass die diffundierende Gasmenge, sobald der stationäre Zustand eingetreten ist, proportional ist dem Querschnitt der Röhre und umgekehrt proportional der Länge derselben, ergiebt sich, dass 8,79 cbm in der Minute durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke diffundieren werden. Dieses Volumen, reduziert auf 0° C. und 760 mm Barometerstand, giebt: 8,17 ccm.

2a. Barometerstand: 761 mm. Zimmertemperatur: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 14,9—15,2° C. Länge der Flüssigkeitssäule: 8,7 cm. Querschnitt derselben: 0,111 qcm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $10^h$ 5′ | 10,45 | — | $11^h$ 45′ | 5,35 | — |
| 10 10 | 13,30 | 2,85 | 11 50 | 6,10 | 0,75 |
| 10 15 | 15,90 | 2,60 | 11 55 | 6,90 | 0,80 |
| 10 20 | 18,20 | 2,30 | 12 0 | 7,60 | 0,70 |
| 10 25 | 20,20 | 2,00 | 12 5 | — | 0,70 |
| 10 30 | 22,30 | 2,10 | 12 10 | 9,00 | 0,70 |
| 10 35 | 24,20 | 1,90 | 12 15 | 9,65 | 0,65 |
| 10 40 | 25,90 | 1,70 | 12 20 | 10,30 | 0,65 |
| 10 45 | 27,33 | 1,43 | 12 25 | 10,95 | 0,65 |
| 10 50 | 28,80 | 1,47 | 12 15 | 9,65 | 0,65 |
| 10 55 | 30,13 | 1,33 | 12 20 | 10,30 | 0,65 |
| 11 0 | 31,30 | 1,17 | 12 25 | 10,95 | 0,65 |
| 11 5 | — | 1,20 | 12 30 | — | 0,52 |
| 11 10 | 33,70 | 1,20 | 12 35 | — | 0,52 |
| 11 15 | 34,82 | 1,12 | 12 40 | — | 0,52 |
| 11 20 | — | 1,03 | 12 45 | — | 0,52 |
| 11 25 | — | 1,03 | 12 50 | 13,56 | 0,52 |
| 11 30 | 37,90 | 1,03 | 12 55 | — | 0,60 |
| 11 35 | 38,76 | 0,86 | 1 0 | — | 0,60 |
| 11 40 | 39,60 | 0,84 | 1 5 | 15,36 | 0,60 |

In der Zeit $11^h$ 25′ —$1^h$ 5′ diffundierten im Durchschnitt in 5 Minuten 0,56 cbm Ammoniak. Unter der früher gemachten

Annahme ist nach diesem Versuche die Menge, welche bei 19° C. und 761 mm Barometerstand durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute diffundiert, 8,78 ccm. Reduziert auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergeben sich: 8,22 ccm.

2b. Barometerstand: 764 mm. Zimmertemperatur 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 14,7—15,2° C. Länge der Flüssigkeitssäule: 6,6 cm. Querschnitt derselben: 0,111 qcm.

| Zeit | ccm | Δ | Zeit | ccm | Δ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 45′ | 18,65 | — | 11h 15′ | 0,25 | — |
| 9 50 | 20,70 | 2,05 | 11 20 | 0,95 | 0,70 |
| 9 55 | 22,50 | 1,80 | 11 25 | 1,73 | 0,78 |
| 10 0 | 24,05 | 1,55 | 11 30 | — | 0,83 |
| 10 5 | 25,60 | 1,55 | 11 35 | — | 0,83 |
| 10 10 | 27,10 | 1,50 | 11 40 | 4,22 | 0,83 |
| 10 15 | 28,55 | 1,45 | 11 45 | — | 0,77 |
| 10 20 | 29,65 | 1,10 | 11 50 | 5,77 | 0,78 |
| 10 25 | 30,75 | 1,10 | 11 55 | 6,52 | 0,77 |
| 10 30 | 31,93 | 1,18 | 12 0 | 7,25 | 0,73 |
| 10 35 | 32,90 | 0,97 | 12 5 | 7,96 | 0,71 |
| 10 40 | 33,95 | 1,05 | 12 10 | 8,70 | 0,74 |
| 10 45 | — | 0,93 | 12 15 | — | 0,76 |
| 10 50 | — | 0,93 | 12 20 | 10,22 | 0,76 |
| 10 55 | — | 0,92 | 12 25 | — | 0,72 |
| 11 0 | 37,65 | 0,92 | 12 30 | 11,66 | 0,72 |
| 11 5 | — | 0,74 | 12 35 | — | 0,78 |
| 11 10 | 39,13 | 0,74 | 12 40 | 13,23 | 0,79 |

Im stationären Zustande diffundierten im Durchschnitt in 5 Minuten 0,74 ccm Ammoniak.

Wenn die durch die Flüssigkeitssäule diffundierende Gasmenge proportional dem Querschnitte der Flüssigkeitssäule und umgekehrt proportional der Länge derselben ist, so ergiebt sich, dass nach dem letzten Versuche in einer Minute durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Länge 8,8 ccm Ammoniak diffundieren. Nach gehöriger Reduktion erhalten wir 8,27 ccm.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht zunächst hervor, dass die von der Flüssigkeit in gleichen Zeiten absorbierten

Gasvolumina abnehmen bis zuletzt ein stationärer Zustand des Gasstromes eintritt. Es wird bestätigt durch die Zahlenwerte

8,17; 8,22; 8,27;

welche die Mengen Ammoniakgas angeben, die durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute diffundieren, dass die diffundierende Gasmenge proportional dem Querschnitte und umgekehrt proportional der Länge der Flüssigkeitssäule ist, sobald der stationäre Zustand eingetreten. Die Querschnitte der benutzten Glasröhren sind bestimmt worden durch das Gewicht eines gemessenen Quecksilberfadens. Schwierig ist es nach Beendigung des Versuches die Länge der Flüssigkeitssäule zu bestimmen. Freilich verdampft nur wenig Flüssigkeit während des etwa 3—4 Stunden dauernden Versuches. Um aber den hierdurch entstandenen Fehler zu beseitigen, wurde die Säule zu Anfang und Ende des Versuches wiederholt mit einem dünnen Drahte gemessen. Die benutzten Diffusionsröhren waren sämmtlich zweimal gebogen, die Wege durch die Flüssigkeit waren also nicht gleich; gemessen wurde die Länge der Axe der Röhre. Die Schwankungen der Zimmertemperatur waren nur unbedeutend.

## §. 4.

Weitere Beobachtungen über den stationären Durchgang des Ammoniak durch Ammoniakflüssigkeit bei 15° C.

3a. Barometerstand: 765 mm. Zimmertemperatur 18° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 15,1° C. Länge der Flüssigkeitssäule 5,2 cm. Querschnitt derselben $(0{,}205^2 . \pi)$ qcm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 55′ | 14,65 | — | 10h 40′ | — 0,3 | — |
| 10 0 | 18,75 | 4,10 | 10 45 | + 1,70 | 2,00 |
| 10 5 | — | 3,37 | 10 50 | 3,85 | 2,15 |
| 10 10 | — | 3,37 | 10 55 | 5,90 | 2,05 |
| 10 15 | 28,85 | 3,36 | 11 0 | 7,75 | 1,85 |
| 10 20 | 31,73 | 2,88 | 11 5 | 9,60 | 1,85 |
| 10 25 | 34,23 | 2,50 | 11 10 | 11,20 | 1,60 |
| 10 30 | — | 2,39 | 11 15 | 12,50 | 1,30 |
| 10 35 | 39,00 | 2,38 | 11 20 | 13,80 | 1,30 |

| Zeit | ccm | Δ | Zeit | ccm | Δ |
|---|---|---|---|---|---|
| 11h 40′ | 15,10 | 1,30 | 12h 25′ | — | 1,05 |
| 11 45 | 16,25 | 1,15 | 12 30 | 26,45 | 1,05 |
| 11 50 | 17,50 | 1,25 | 12 35 | — | 1,10 |
| 11 55 | 18,75 | 1,25 | 12 40 | — | 1,10 |
| 12 0 | 20,00 | 1,10 | 12 45 | 29,75 | 1,10 |
| 12 5 | — | 1,10 | 12 50 | 30,80 | 1,05 |
| 12 10 | 22,20 | 1,10 | 12 55 | 31,95 | 1,15 |
| 12 15 | 23,30 | 1,10 | 1 0 | 33,15 | 1,20 |
| 12 20 | 24,35 | 1,05 | 1 5 | 34,27 | 1,12 |

In der Zeit 12h 15′ bis 1h 5′ diffundierten in 5 Minuten 1,097 ccm.

Demnach werden beim stationären Strömen durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Länge in einer Minute 8,64 ccm Ammoniak diffundieren. Dies Volumen, reduziert auf 0° C. und 760 mm Barometerstand, giebt 8,17 ccm.

3b. Barometerstand: 766 mm. Zimmertemperatur: 18° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 15,0—15,5° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule wie bei 3a. Länge derselben: 3,1 cm.

| Zeit | ccm | Δ | Zeit | ccm | Δ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 25′ | 1,80 | — | 10h 45′ | 4,10 | 2,10 |
| 9 30 | 6,10 | 4,30 | 10 50 | 6,00 | 1,90 |
| 9 35 | 9,80 | 3,70 | 10 55 | — | 1,96 |
| 9 40 | — | 3,39 | 11 0 | 9,92 | 1,96 |
| 9 45 | — | 3,38 | 11 5 | 11,86 | 1,94 |
| 9 50 | 19,95 | 3,38 | 11 15 | — | 1,82 |
| 9 55 | 22,67 | 2,72 | 11 20 | — | 1,82 |
| 10 0 | 25,30 | 2,63 | 11 25 | — | 1,82 |
| 10 5 | 28,00 | 2,70 | 11 30 | 20,96 | 1,82 |
| 10 10 | 31,20 | 3,20 | 11 35 | 22,78 | 1,82 |
| 10 15 | 33,80 | 2,60 | 11 40 | 24,59 | 1,81 |
| 10 20 | 36,10 | 2,30 | 11 45 | 26,40 | 1,81 |
| 10 25 | — | 2,30 | 11 50 | 28,22 | 1,82 |
| 10 30 | 40,70 | 2,30 | 11 55 | — | 1,83 |
| | | | 12 0 | — | 1,83 |
| 10 40 | 2,00 | — | 12 5 | 33,71 | 1,83 |

Im stationären Strom diffundierten in 5 Minuten 1,82 ccm durch die Flüssigkeitssäule.

Vergleicht man dieses Resultat mit dem in 3a gefundenen, so ergiebt sich sogleich, dass die in gleichen Zeiten diffun-

dierenden Volumina bei gleichem Querschnitt der Röhre sich umgekehrt verhalten wie die Längen der Flüssigkeitssäulen.

Nach dem Versuche 3b ist das Volumen Ammoniak, welches durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute strömt, bei 0° C. und 760 mm Barometerstand gemessen, 8,08 ccm.

4a. Barometerstand: 765 mm, Zimmertemp.: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 14,8—15,1° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}16^2\,\pi)$ qcm. Länge derselben 3,9 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3h 15′ | 29,40 | — | 4h 30′ | 8,50 | 1,24 |
| 3 20 | 30,90 | 1,50 | 4 35 | 9,73 | 1,23 |
| 3 25 | 32,40 | 1,50 | 4 40 | 10,93 | 1,20 |
| 3 30 | 33,90 | 1,50 | 4 45 | 12,00 | 1,07 |
| 3 35 | 35,50 | 1,60 | 4 50 | — | 0,89 |
| 3 40 | — | 1,47 | 4 55 | — | 0,89 |
| 3 45 | — | 1,46 | 5 0 | — | 0,89 |
| 3 50 | 39,90 | 1,46 | 5 5 | 15,35 | 0,89 |
| | | | 5 10 | — | 0,79 |
| 3 55 | 0 | — | 5 15 | 17,13 | 0,79 |
| 4 0 | 1,35 | 1,35 | 5 20 | 18,03 | 0,90 |
| 4 5 | — | 1,28 | 5 25 | — | 0,88 |
| 4 10 | 3,90 | 1,27 | 5 30 | 19,80 | 0,89 |
| 4 15 | 5,05 | 1,05 | 5 35 | — | 0,88 |
| 4 20 | 6,23 | 1,08 | 5 40 | 21,55 | 0,88 |
| 4 25 | 7,26 | 1,03 | | | |

Beim stationären Strömen des Ammoniaks sind in 5 Minuten durch die Flüssigkeitssäule im Durchschnitt 0,87 ccm diffundiert. Demnach würden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Länge in 1 Minute 8,44 ccm Ammoniak diffundieren. Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergeben sich 7,94 ccm.

4b. Barometerstand: 764 mm. Zimmertemp.: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 15,0—15,2° C. Länge der Flüssigkeitssäule 3,7 cm. Querschnitt derselben $(0{,}16^2\,\pi)$ qcm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10h 30′ | 5,80 | — | 11h 0′ | 13,90 | 1,20 |
| 10 35 | — | 1,48 | 11 5 | 15,00 | 1,10 |
| 10 40 | 8,75 | 1,47 | 11 10 | — | 1,10 |
| 10 45 | — | 1,43 | 11 15 | 17,20 | 1,10 |
| 10 50 | 11,60 | 1,42 | 11 20 | — | 1,12 |
| 10 55 | 12,70 | 1,10 | 11 25 | — | 1,12 |

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 11h 30′ | 20,55 | 1,11 | 12h 5′ | 27,30 | 0,93 |
| 11 35 | 21,60 | 1,05 | 12 10 | 28,24 | 0,94 |
| 11 40 | — | 1,00 | 12 15 | 29,16 | 0,92 |
| 11 45 | 23,60 | 1,00 | 12 20 | 30,08 | 0,92 |
| 11 50 | 24,52 | 0,92 | 12 25 | — | 0,92 |
| 11 55 | 25,45 | 0,93 | 12 30 | 31,92 | 0,92 |
| 12 0 | 26,37 | 0,92 | | | |

Sobald der stationäre Zustand eingetreten, diffundierten 0,92 ccm Ammoniak in 5 Minuten durch die Flüssigkeitssäule. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 8,47 ccm diffundieren. Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergeben sich 7,96 ccm.

## § 5.

Es möge die Zahl, welche das Volumen Ammoniak angiebt, das durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute diffundiert, mit $\mathfrak{D}$ bezeichnet werden. Das durch jene Schicht bei 1 cm Druckdifferenz diffundierende Gasvolumen werde als Diffussionskonstante $D$ bezeichnet. Der an $D$ befindliche Index soll die Temperatur der Flüssigkeitssäule angeben.

Für $D_{15}$ ergeben sich aus den mitgeteilten sieben Beobachtungen die folgenden Werte:

| Beobachtung | 1. | 2 a. | 2 b. | 3 a. | 3 b. | 4 a. | 4 b. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barometerstand | 758 | 761 | 764 | 765 | 766 | 765 | 764 |
| $\mathfrak{D}_{15}$ | 8,17 | 8,22 | 8,27 | 8,17 | 8,08 | 7,94 | 7,96 |
| $D_{15}$ | 0,108 | 0,108 | 0,109 | 0,107 | 0,106 | 0,104 | 0,104 |

Als mittlerer Wert ergiebt sich für $D_{15} = 0{,}106$. Zweifellos wird sich mit dem Drucke auch der Wert von $\mathfrak{D}$ ändern. Herr von Wroblewsky (Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 158, pag. 545) hat gefunden, dass die Geschwindigkeit, mit welcher eine gegebene Gasmenge durch eine Kautschukmembran diffundiert, dem Drucke des diffundierenden Gases auf die Membran proportional ist. Vielleicht gilt für die Diffusion der Gase durch Flüssigkeiten dasselbe Gesetz.

Zunächst ist nun die Frage aufzuwerfen nach dem Zusammenhange der Konstanten $D$ mit dem Absorptionskoëfficienten des Gases. Je mehr die Flüssigkeit imstande ist, zu

absorbieren, um so größer wird die Konstante $D$ sein, was durch die weiteren Versuche bestätigt wird. Die Beziehungen der Diffusionskonstanten $D$ zum Absorptionskoëfficienten sind untersucht worden, ausser bei der Temperatur 15° C., bei den Temperaturen 0°, 30° und 40° C. In dem einen Falle tauchte das Diffusionsrohr $yv$ in ein Becken, das mit kleinen Eisstückchen angefüllt war, im anderen Falle in ein Wasserbad, das durch eine Flamme und durch Rührer stets auf 30° oder 40° C. erhalten wurde. Der Wasserbehälter bestand aus einem Blechkasten von 25 cm Länge, 10 cm Breite und 15 cm Höhe. Auf der oberen Fläche des Kastens befand sich eine längliche Öffnung, in welche das Diffusionsrohr gesenkt werden konnte. Unmittelbar neben dem Diffusionsrohr lag in allen Fällen die Kugel des Thermometers. In Zwischenzeiten von 10 Minuten wurde die Temperatur abgelesen. Auch hier wurde die Bewegung der Flüssigkeitssäule mit einem Fernrohre in einer Entfernung von etwa 2 m beobachtet von der Stelle aus, wo sich das graduierte, mit Quecksilber gefüllte Rohr befand. Da letzteres nur eine Skala von 0—40 ccm hatte, so war eine mehrfache Füllung des Rohres bisweilen erforderlich, ehe der stationäre Zustand eintrat. Wenn das Quecksilber fast völlig aus dem Rohre ausgelaufen, wurde der Quetschhahn bei $t$ geschlossen und erst nach erfolgter Füllung des Rohres vorsichtig geöffnet. Aus den nachfolgenden Tabellen ist ersichtlich, dass Ammoniak von der absorbierenden Flüssigkeit bei 0° anfangs sehr stark aufgenommen wird; die im Diffusionsrohr zu Anfang des Versuches sich befindende Ammoniakflüssigkeit ist bei weitem nicht gesättigt.

5. Barometerstand 757 mm. Zimmertemp.: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule 0—0,2° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule $(0{,}345^2 . \pi)$ qcm. Länge derselben: 7,6 cm.

Es sind bereits 25 ccm Ammoniakgas aufgenommen.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 55′ | 0,00 | — | 10h 25′ | — | 4,90 |
| 10 0 | — | — | 10 30 | 38,86 | 4,90 |
| 10 10 | 17,50 | — | | | |
| 10 15 | — | 5,78 | 10 40 | 4,80 | — |
| 10 20 | 29,06 | 5,78 | 10 45 | 9,45 | 4,65 |

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $10^h$ 50′ | 13,30 | 3,85 | $11^h$ 40′ | 0,16 | — |
| 10 55 | 17,00 | 3,70 | 11 45 | — | 3,14 |
| 11 0 | 20,55 | 3,55 | 11 50 | 6,45 | 3,15 |
| 11 5 | 23,65 | 3,10 | 11 55 | — | 2,91 |
| $11^h$ 10′ | 26,85 | 3,20 | 12 0 | — | 2,91 |
| 11 15 | 30,05 | 3,20 | 12 5 | — | 2,91 |
| 11 20 | 33,15 | 3,10 | 12 10 | 18,10 | 2,92 |
| 11 25 | 36,10 | 2,95 | 12 15 | 21,02 | 2,92 |
| | | | 12 20 | 23,95 | 2,92 |

Im Mittel diffundierten in 5 Minuten 2,99 ccm Ammoniak durch die Säule. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute 12,2 ccm Ammoniak diffundieren.

Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergiebt sich

$$\mathfrak{D}_0 = 11{,}3 \quad \text{und} \quad D_0 = 0{,}15.$$

6. Es ist bei diesem Versuche dieselbe Röhre wie in 2 a. und 2 b. benutzt worden.

Barometerstand: 759 mm; Zimmertemperatur: 18° C.; Temperatur der Flüssigkeitssäule: 0—0,2° C.; Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}188^2\,\pi)$ qcm; Länge derselben: 5,5 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $9^h$ 40′ | 16,30 | — | $10^h$ 15′ | 26,35 | 1,33 |
| 9 45 | 18,23 | 1,93 | 10 20 | 27,40 | 1,25 |
| 9 50 | — | 1,66 | 10 25 | — | 1,25 |
| 9 55 | 21,55 | 1,66 | 10 30 | 30,40 | 1,25 |
| 10 0 | 22,85 | 1,30 | | | |
| 10 5 | 24,13 | 1,28 | 11 0 | 6,70 | — |
| 10 10 | 25,32 | 1,19 | 12 0 | 21,55 | 14,85 |

Um $10^h$ 30′ wurde die Beobachtung $^1/_2$ Stunde unterbrochen. In der Zeit von $11^h$ 10′ bis $12^h$ 0′ diffundierten in 5 Minuten 1,24 ccm Ammoniak durch die Flüssigkeitssäule.

Durch eine Flüssigkeitsschicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke werden in einer Minute also 12,4 ccm Ammoniak diffundieren.

Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergiebt sich

$$\mathfrak{D}_0 = 11{,}5 \quad \text{und} \quad D_0 = 0{,}152.$$

7. Es ist bei diesem Versuche dieselbe Röhre wie in 3 a. und 3 b. benutzt worden.

Barometerstand: 762 mm; Zimmertemperatur: 18° C.; Temperatur der Flüssigkeitssäule: 0—0,3° C.; Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}205^2\ \pi)$ qcm; Länge derselben: 6,6 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10h 45 | 1,40 | — | 11h 45′ | 21,65 | — |
| 10 50 | 3,50 | 2,10 | 11 50 | — | 1,22 |
| 10 55 | 5,40 | 1,90 | 11 55 | 24,10 | 1,23 |
| 11 0 | 7,10 | 1,70 | 12 0 | 25,35 | 1,25 |
| 11 5 | 8,95 | 1,85 | 12 5 | — | 1,20 |
| 11 10 | 10,55 | 1,60 | 12 10 | — | 1,20 |
| 11 15 | — | 1,62 | 12 15 | 28,95 | 1,20 |
| 11 20 | — | 1,62 | 12 20 | — | 1,20 |
| 11 25 | — | 1,62 | 12 25 | — | 1,20 |
| 11 30 | — | 1,63 | 12 30 | 32,55 | 1,20 |
| 11 35 | — | 1,63 | 12 35 | 33,70 | 1,15 |
| 11 40 | 20,30 | 1,63 | 12 40 | 34,95 | 1,25 |

In der Zeit von 11h 45′ bis 12h 40′ diffundierten in fünf Minuten durch die Flüssigkeitssäule 1,21 ccm Ammoniak. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute 12,1 ccm Ammoniak diffundieren. Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand ergiebt sich

$$\mathfrak{D}_0 = 11{,}4 \quad \text{und} \quad D_0 = 0{,}149.$$

## § 6.

Aus den drei im vorigen Paragraphen mitgeteilten Beobachtungen ergiebt sich für $D_0$ der mittlere Wert 0,150. Demnach wächst $D$ fast proportional mit dem Absorptionskoëfficienten, wenn wir annehmen, daß 1 Vol. Wasser bei 0° C. 1050 Vol., bei 15° C. 727 Vol. Ammoniak aufnimmt. (Rühlmann, Grundriss der Chemie, Berlin 1880, p. 77.) Ausserdem scheint aber auch innerhalb der Temperaturgrenzen 0 bis +40° C. die Diffusionskonstante $D$ proportional zu sein der Wurzel aus

der absoluten Temperatur der Flüssigkeitssäule oder der Molekulargeschwindigkeit des Gases in der Flüssigkeit. Es ist nicht bekannt, in welchem Zustande sich das Gas in der Flüssigkeit befindet, ob selbst flüssig, oder nur zwischen den flüssigen Teilchen komprimiert.

Zur genaueren Untersuchung des Verhältnisses der Diffusion zur absoluten Temperatur habe ich mehrere Versuche angestellt über den Durchgang des Ammoniaks durch eine Wasserschicht von 30, 40 und 60° C. Nur die Beobachtungen bei 30 und 40° C. sind im Nachfolgenden ausführlich mitgeteilt und bestätigen das oben ausgesprochene Gesetz für die absoluten Temperaturen von 273—313°. Wenn die Flüssigkeitsschicht im Diffusionsrohre auf 60° C. erwärmt wurde, so lag die Gefahr nahe, daß Wasser von der Diffusionsröhre destillierte zum Gasometer *M*. Es war deshalb erforderlich, in allen Fällen den Gasometer auf einer Temperatur zu erhalten, die nahe über der Temperatur des Diffusionsrohres lag. Das Wasserbad, in welchem der Gasometer *M* sich befand, war sehr gross; deshalb waren die Schwierigkeiten, eine konstante Temperatur herzustellen, infolge der Wärmeausstrahlung erhebliche. Das Verbindungsrohr zwischen dem Diffusionsrohr und dem Gasometer war möglichst kurz hergestellt, befand sich nur teilweise in dem Wasserbade und hatte dementsprechend eine andere Temperatur als *M*. Bei der Temperatur von 60° C. war die Flüssigkeit im Diffusionsrohr beständig in sehr lebhafter Bewegung, da das Gas in *M* unaufhörlich sein Volumen infolge der Temperaturschwankungen änderte.

8. Barometerstand: 758 mm; Zimmertemperatur: 20° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 29,9—30,2° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}345^2\,\pi)$ qcm. Länge derselben: 6,3 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 4h 5' | 5,40 | — | 4h 50' | 22,45 | — |
| 4 10 | 7,20 | 1,80 | 4 55 | 24,30 | 1,85 |
| 4 15 | — | 1,79 | 5 0 | — | 1,85 |
| 4 20 | — | 1,79 | 5 5 | — | 1,85 |
| 4 25 | — | 1,79 | 5 10 | 31,75 | 1,85 |
| 4 30 | — | 1,79 | 5 15 | 31,70 | 1,85 |
| 4 35 | 16,14 | 1,79 | | | |

Im Mittel diffundierten in 5 Minuten 1,82 ccm Ammoniak. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 6,13 ccm Ammoniak diffundieren. Nach Reduktion auf 0° C. und 760 mm Barometerstand folgt:

$$\mathfrak{D}_{30} = 5{,}7 \text{ und } D_{30} = 0{,}075.$$

9a. Barometerstand: 758 mm; Zimmertemperatur: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 29,8—30° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}205^2\,\pi)$ qcm. Länge derselben: 3,1 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ | 7,54 | — | 9h 35′ | 16,43 | 1,25 |
| 9 5 | 8,90 | 1,36 | 9 40 | — | 1,27 |
| 9 10 | 10,16 | 1,26 | 9 45 | — | 1,27 |
| 9 15 | 11,43 | 1,27 | 9 50 | 20,24 | 1,27 |
| 9 20 | 12,68 | 1,25 | 9 55 | 21,50 | 1,26 |
| 9 25 | — | 1,25 | 10 0 | 22,76 | 1,26 |
| 9 30 | — | 1,25 | | | |

Im Mittel diffundierten in 5 Minuten 1,26 ccm Ammoniakgas. Es werden also durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 5,92 ccm Gas diffundieren. Es ist:

$$\mathfrak{D}_{30} = 5{,}51 \text{ und } D_{30} = 0{,}072.$$

9b. Barometerstand: 759 mm; Zimmertemperatur: 19° C. Temperatur der Flüssigkeitssäule: 29,9—30,2° C. Querschnitt der Flüssigkeitssäule: $(0{,}205^2\,\pi)$ qcm. Länge derselben: 4,8 cm.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ | 2,60 | — | 9h 35′ | 8,40 | 0,82 |
| 9 5 | 3,50 | 0,90 | 9 40 | — | 0,80 |
| 9 10 | 4,35 | 0,85 | 9 45 | — | 0,80 |
| 9 15 | 5,20 | 0,85 | 9 50 | 10,80 | 0,80 |
| 9 20 | 6,00 | 0,80 | 9 55 | 11,60 | 0,80 |
| 9 25 | 6,80 | 0,80 | 10 0 | 12,40 | 0,80 |
| 9 30 | 7,58 | 0,78 | | | |

Im Mittel diffundierten in 5 Minuten 0,80 ccm Ammoniakgas. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 5,80 ccm Gas diffundieren. Es ist:

$$\mathfrak{D}_{30} = 5{,}44 \text{ und } D_{30} = 0{,}072.$$

Beobachtungen über die Diffusion des Ammoniaks durch eine Wasserschicht bei 40° C.

10a. Barometerstand: 760 mm; Zimmertemperatur: 19° C Länge der Wassersäule: 5 cm. Querschnitt derselben ($0{,}205^2\,\pi$) qcm. Temperatur derselben: 39,8—40,4° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ | 0,50 | — | 9h 40′ | 5,53 | 0,61 |
| 9 5 | 1,13 | 0,63 | 9 45 | 6,21 | 0,68 |
| 9 10 | 1,77 | 0,64 | 9 50 | 6,83 | 0,62 |
| 9 15 | 2,40 | 0,63 | 9 55 | 7,45 | 0,62 |
| 9 20 | 3,03 | 0,63 | 10 0 | 8,10 | 0,65 |
| 9 25 | 3,69 | 0,66 | 10 5 | — | 0,63 |
| 9 30 | 4,29 | 0,60 | 10 10 | 9,36 | 0,63 |
| 9 35 | 4,92 | 0,67 | | | |

Im Mittel diffundierten in 1 Minute 0,127 ccm Ammoniak. Es wird demnach nach gehöriger Reduktion:

$$\mathfrak{D}_{40} = 4{,}17 \text{ und } D_{40} = 0{,}055.$$

10b. Barometerstand: 760 mm; Zimmertemperatur: 20° C. Länge der Flüssigkeitssäule: 3,4 cm. Querschnitt derselben: ($0{,}205^2\,\pi$) qcm. Temperatur derselben: 39,7—40,3° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ | Zeit | ccm | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3h 15′ | 10,06 | — | 3h 55′ | — | 0,92 |
| 3 20 | 11,03 | 0,97 | 4 0 | — | 0,92 |
| 3 25 | 11,94 | 0,91 | 4 5 | — | 0,92 |
| 3 30 | 12,90 | 0,96 | 4 10 | 20,33 | 0,92 |
| 3 35 | 13,88 | 0,98 | 4 15 | — | 0,98 |
| 3 40 | 14,80 | 0,92 | 4 20 | — | 0,98 |
| 3 45 | 15,75 | 0,95 | 4 25 | 23,27 | 0,98 |
| 3 50 | 16,65 | 0,90 | | | |

Es diffundieren in 5 Minuten durch die Schicht bei 40° C. 0,95 ccm Ammoniakgas. Es werden demnach durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 4,9 ccm Gas diffundieren:

$$\mathfrak{D}_{40} = 4{,}26 \text{ und } D_{40} = 0{,}056.$$

11. Barometerstand: 757 mm; Zimmertemperatur: 21° C. Länge der Flüssigkeitssäule: 6,4 cm. Querschnitt derselben: ($0{,}345^2\,\pi$) qcm. Temperatur derselben: 39,9—40,6° C.

| Zeit | ccm | $A$ | Zeit | ccm | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10h 10′ | 0,85 | — | 10h 45′ | — | 1,22 |
| 10 15 | 2,04 | 1,19 | 10 50 | — | 1,22 |
| 10 20 | 3,24 | 1,20 | 10 55 | 11,76 | 1,22 |
| 10 25 | 4,51 | 1,27 | 11 0 | — | 1,17 |
| 10 30 | 5,81 | 1,30 | 11 5 | — | 1,17 |
| 10 35 | 6,91 | 1,10 | 11 10 | 15,27 | 1,17 |
| 10 40 | 8,10 | 1,19 | | | |

Es diffundierten in 5 Minuten durch die Schicht bei 40° C. 1,19 ccm Ammoniakgas. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in 1 Minute 4,08 ccm diffundieren, sodass

$$\mathfrak{D}_{40} = 3{,}54 \quad \text{und} \quad D_{40} = 0{,}048 \quad \text{ist.}$$

Bezeichnen wir den Absorptionskoëfficienten mit $A$ (der an $A$ angefügte Index deute die Temperatur an, bei welcher die Absorption erfolgt), so ergeben sich für die Absorption des Ammoniak in Wasser nach den Untersuchungen von Roscoe und Dittmar die folgenden Werte:

$$A_0 = 1148; \quad A_{15} = 795; \quad A_{30} = 528; \quad A_{40} = 402.$$

Bei 15° C. werden also z. B. 795 Volumen Ammoniakgas von 1 Volumen Wasser aufgenommen.

Nach Bunsen ist

$$A_0 = 1050 \quad \text{und} \quad A_{15} = 727.$$

Das Verhältnis zwischen diesen beiden ist fast dasselbe, wie das Verhältnis zwischen den von Roscoe und Dittmar gegebenen Werten. Bei Annahme der letzteren und des $D_{15} = 0{,}106$ wird durch Rechnung:

$$D_0 = 0{,}156; \quad D_{30}\, 0{,}072; \quad D_{40} = 0{,}056.$$

Durch Beobachtung ist gefunden:

$$D_0 = 0{,}150; \quad D_{30} = 0{,}073; \quad D_{40} = 0{,}053.$$

Die von den verschiedenen Autoren angegebenen Absorptionskoëfficienten variieren erheblich. Trotz der Übereinstimmung der beobachteten und berechneten Werte ist mit Vorsicht das Gesetz auszusprechen, nach welchem die Stärke der Diffusion proportional ist dem Absorptionscoëfficienten und ferner proportional der Wurzel aus der absoluten Temperatur.

## § 8.

Das Resultat der mitgeteilten Beobachtungen lässt sich folgendermassen aussprechen: Setzt man eine Wasserschicht in einer Röhre von endlichem Querschnitte und endlicher Länge auf der einen Seite in Verbindung mit einem mit Ammoniak gefüllten Raum, so wird das Gas absorbiert; die in gleichen Zeiten absorbierten Gasmengen nehmen mit der Zeit ab bis schliesslich ein stationärer Strömungszustand eintritt, wenn die in gleichen Zeiten in den freien Raum austretenden Gasmengen gleich werden. Dieser Strömungszustand ist in der Wärmelehre so auch hier charakterisiert durch die Gleichung

$$\frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial z^2} = \Delta \varepsilon = 0,$$

wo $\varepsilon$ die Dichte des Gases ist, sobald es sich um eine Diffusion handelt. Herr Fick hat bei der Aufstellung dieser Formel statt der Dichte des Gases den Begriff der Konzentration angewendet.

Wenn der stationäre Zustand eingetreten ist, d. h. wenn $\varepsilon$ nur noch eine Funktion der Coordinaten und unabhängig von der Zeit ist, so ist die durch die Flüssigkeit diffundierende Gasmenge proportional dem Querschnitte und umgekehrt proportional der Länge der Flüssigkeitssäule. Dieses Gesetz wird auch bestätigt durch die Untersuchungen des Herrn Stefan (Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 72, Abth. 2, pag. 371 u. f. f.)

Herr Stefan hat seine Versuche in folgender Weise ausgeführt. Eine geschlossene mit Kohlensäure gefüllte Glasröhre wird unter der Oberfläche der Flüssigkeit abgebrochen. Ist der Druck der in der Röhre enthaltenen Kohlensäure geringer als der der äusseren Luft, so steigt die Flüssigkeit in der Röhre empor. Übersteigt die Länge der Flüssigkeitssäule die gewünschte Grösse, so kann ein Teil durch Aussaugen beseitigt werden. Ist die gewählte Röhre eng genug, so kann man dieselbe horizontal legen oder vertikal stellen, und die Bewegung des Flüssigkeitsfadens beobachten. Rückt der Flüssigkeitsfaden in der Röhre vor, so findet der Wiederaustritt des Gases in der Röhre selbst statt. Diese wird sich allmählich mit Gas

füllen, welches einen Druck ausübt. Die eine Seite der Flüssigkeitsschicht ist also nicht begrenzt von reiner atmosphärischer Luft.

Die Diffusionskonstante $D$ wächst fast proportional mit dem Absorptionskoëfficienten und scheint ausserdem der Wurzel aus der absoluten Temperatur des Gases in der Flüssigkeit proportional zu sein, d. h. der Molekulargeschwindigkeit. Letzteres geht aus den Beobachtungen zwischen den Temperaturen 0—40° C. hervor. Demnach wird die Stärke der Diffusion bestimmt durch die den diffundierenden Gasmolekulen eigentümliche Molekularbewegung.

Um das Wesen der Konstanten $D$ noch näher zu prüfen, sind nunmehr zwei Wege offen. Entweder untersuche man $\mathfrak{D}$ für den Durchgang eines anderen Gases etwa Kohlensäure durch eine Wasserschicht oder prüfe $\mathfrak{D}$ für den Durchgang des Ammoniakgases durch eine zweite Flüssigkeit, etwa Alkohol. Die Diffusion der Kohlensäure ist zu gering, um mit dem oben beschriebenen Apparate gemessen werden zu können. Der Gasometer $M$ wurde mit trockner Kohlensäure gefüllt, und in das Diffusionsrohr wurde destilliertes Wasser gegossen, dabei war die Flüssigkeitssäule möglichst kurz und von grossem Querschnitte. Die Diffusion ging so langsam vor sich, daß auf diesem Wege nicht die Genauigkeit der mit Ammoniak angestellten Versuche zu erreichen war. Liess man den Apparat 1—2 Tage stehen, so zeigte freilich die Flüssigkeitssäule eine Bewegung nach dem Gasometer $M$ hin an, doch dieses Fortrücken der Säule konnte nicht dienen zur Berechnung der Grösse $D$. Die Schwankungen der Temperatur während des ganzen Tages waren zu erheblich, ferner musste ein Teil der Flüssigkeitssäule während der Beobachtungsdauer verdampfen, und dadurch wurde die Länge des Flüssigkeitsfadens geändert. Endlich erfolgte der Austritt des Gases aus der Flüssigkeit nicht in reiner atmosphärischer Luft, wenn die Flüssigkeitssäule in der Röhre vorrückte.

Um den Einfluss eines grossen Gasometers bei Temperaturschwankungen zu beseitigen, habe ich entsprechend den Versuchen des Herrn Exner eine etwa 50 cm lange Glasröhre von 1,5 mm Durchmesser, welche an dem einen Ende durch

einen Hahn verschlossen werden konnte, mit trockner Kohlensäure gefüllt. War der Hahn geöffnet, so strömte die Kohlensäure durch die ganze Röhre. Wenn angenommen werden konnte, dass in der Röhre nur Kohlensäure vorhanden, wurde der Hahn geschlossen, und es wurden am andern offnen Ende der Röhre schnell einige Tropfen kohlensäurehaltiges Wasser eingelassen, das infolge der Kapillarität bei der Feinheit der Röhre einen Flüssigkeitsfaden bildete. Die Bewegungen dieses Fadens nach dem geschlossenen Teil der Röhre hin gingen aber so sehr langsam vor sich, daß in Hinblick auf die unvermeidlichen Temperaturschwankungen ein genaues mit den früheren Ergebnissen zu vergleichendes Resultat nicht erzielt werden konnte. Der Kohlensäure entgegen wird gleichzeitig atmosphärische Luft durch die Flüssigkeitssäule diffundieren.

Die Diffusion des Ammoniakgases durch eine Schicht Alkohol ist näher untersucht worden.

## § 9.

Ammoniak wird stark vom Alkohol absorbiert und diffundiert stark durch eine Alkoholschicht. Zu den Schwierigkeiten der Versuche, welche auf pag. 10 angedeutet sind, kommt noch hinzu, dass Alkohol stärker verdampft als Wasser. Die Alkoholsäule wird also nicht bis zum Ende des Versuches dieselbe Länge behalten. Damit möglichst am Schlusse des etwa 2 Stunden dauernden Versuches die Flüssigkeit in beiden Schenkeln des Diffusionsrohres gleich hoch stand, wurde zu Anfang soviel Alkohol eingegossen, dass derselbe in dem nach dem Gasometer gelegenen Teil der Diffusionsröhre höher stand als im offnen Schenkel. Wenn nach einiger Zeit die absorbierte Menge konstant wurde, so hatte in beiden Schenkeln die Flüssigkeit dieselbe Höhe und reichte auch, wie es verlangt wird, genau bis zum Rande $y$ der Diffusionsröhre.

1 a. Barometerstand: 761 mm; Zimmertemperatur: 20° C.; Länge der Flüssigkeitssäule: 8,8 cm; Querschnitt derselben: $(0{,}354^2 . \pi)$ qcm; Temperatur derselben: 20° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ pro Minute | Zeit | ccm | $\Delta$ pro Minute |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 56′ | 2,50 | — | 11h 5′ | — | 0,202 |
| 10 1 | 8,50 | 1,20 | 11 10 | — | 0,202 |
| 10 5 | 13,60 | 1,27 | 11 15 | 35,90 | 0,202 |
| 10 10 | — | 0,62 | 11 20 | — | 0,185 |
| 10 15 | 19,80 | 0,62 | 11 25 | — | 0,185 |
| 10 20 | — | 0,39 | 11 30 | — | 0,185 |
| 10 25 | 23,70 | 0,39 | 11 35 | 39,60 | 0,185 |
| 10 30 | — | 0,32 | | | |
| 10 35 | 26,90 | 0,32 | 11 40 | 5,85 | — |
| 10 40 | — | 0,255 | 11 45 | — | 0,18 |
| 10 45 | 29,45 | 0,255 | 11 50 | — | 0,18 |
| 10 50 | — | 0,24 | 11 55 | — | 0,18 |
| 10 55 | 31,85 | 0,24 | 12 0 | 9,45 | 0,18 |
| 11 0 | — | 0,202 | | | |

Es diffundierten in einer Minute zuletzt 0,180 ccm Ammoniak.

$\mathfrak{D}''$ und $D''$ entsprechen den früher ermittelten Größen $\mathfrak{D}$ und $D$.

Es wird

$$\mathfrak{D}^a_{20} = 3{,}72 \quad \text{und} \quad D^a_{20} = 0{,}049.$$

1 b. Barometerstand: 760 mm; Zimmertemperatur: 20° C.; Länge der Flüssigkeitssäule: 8,8 cm; Querschnitt derselben: $(\overline{0{,}354}^2 . \pi)$ qcm; Temperatur derselben: 20° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. | Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 10′ | −1,00 | — | 10h 10′ | — | 0,202 |
| 9 15 | +6,10 | 1,42 | 10 15 | — | 0,202 |
| 9 20 | 10,75 | 0,93 | 10 20 | — | 0,202 |
| 9 25 | 14,25 | 0,70 | 10 25 | 31,25 | 0,202 |
| 9 30 | 16,90 | 0,53 | 10 30 | — | 0,181 |
| 9 35 | — | 0,35 | 10 35 | — | 0,181 |
| 9 40 | 20,45 | 0,35 | 10 40 | — | 0,181 |
| 9 45 | — | 0,27 | 10 45 | — | 0,181 |
| 9 50 | — | 0,27 | 10 50 | — | 0,181 |
| 9 55 | — | 0,27 | 10 55 | — | 0,181 |
| 10 0 | — | 0,27 | 11 0 | — | 0,181 |
| 10 5 | 27,20 | 0,27 | 11 5 | 38,50 | 0,181 |

Aus diesem Versuche ergiebt sich nach gehöriger Reduktion

$$\mathfrak{D}^a_2 = 3{,}75 \quad \text{und} \quad D^a_{20} = 0{,}049.$$

2a Barometerstand: 762 mm; Zimmertemperatur: 18° C.; Länge der Flüssigkeitssäule: 5,4 cm; Querschnitt derselben: $(0{,}243^2 . \pi)$ qcm; Temperatur derselben: 20° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. | Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 5′ | 18,10 | — | 10h 10′ | — | 0,17 |
| 9 10 | 23,90 | 1,16 | 10 15 | 7,70 | 0,17 |
| 9 15 | 26,97 | 0,61 | 10 20 | — | 0,117 |
| 9 20 | 29,10 | 0,43 | 10 25 | 8,87 | 0,117 |
| 9 25 | 30,80 | 0,34 | 10 30 | — | 0,133 |
| 9 30 | 32,30 | 0,30 | 10 35 | 10,20 | 0,133 |
| 9 35 | — | 0,26 | 10 40 | — | 0,122 |
| 9 40 | 34,90 | 0,26 | 10 45 | — | 0,122 |
| 9 45 | — | 0,20 | 10 50 | — | 0,122 |
| 9 50 | 36,90 | 0,20 | 10 55 | — | 0,122 |
| 9 55 | 37,86 | 0,19 | 11 0 | — | 0,122 |
| 10 0 | 38,75 | 0,18 | 11 5 | 13,85 | 0,122 |
| 10 5 | 6,00 | — | | | |

Es diffundierten im Durchschnitt in einer Minute 0,124 ccm Ammoniakgas durch die Alkoholschicht. Demnach werden durch eine Schicht Alkohol von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute 3,7 ccm Ammoniakgas diffundieren.

Es wird

$$\mathfrak{D}^a_{20} = 3{,}48, \qquad D^a_{20} = 0{,}046.$$

2b. Barometerstand: 760 mm; Zimmertemperatur: 18° C.; Länge der Flüssigkeitssäule: 6 cm; Querschnitt derselben: $(0{,}245^2 . \pi)$ qcm; Temperatur derselben: 20,1—20,3° C.

1. Versuch.

| Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. | Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. |
|---|---|---|---|---|---|
| 3h 30′ | 3,10 | — | 4h 25′ | — | 0,115 |
| 3 35 | 4,90 | 0,36 | 4 30 | — | 0,115 |
| 3 40 | 6,50 | 0,32 | 4 35 | 15,83 | 0,115 |
| 3 45 | 7,55 | 0,21 | 4 40 | — | 0,117 |
| 3 50 | 8,80 | 0,25 | 4 45 | 17,00 | 0,117 |
| 3 55 | 9,95 | 0,23 | 4 50 | — | 0,113 |
| 4 0 | 11,00 | 0,21 | 4 55 | — | 0,113 |
| 4 5 | 11,78 | 0,16 | 5 0 | 18,70 | 0,113 |
| 4 10 | 12,50 | 0,14 | 5 5 | — | 0,104 |
| 4 15 | — | 0,16 | 5 10 | — | 0,104 |
| 4 20 | 14,10 | 0,16 | 5 25 | 21,30 | 0,104 |

Es diffundierten in einer Minute durch die Alkoholschicht 0,109 ccm Ammoniakgas. Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute 3,62 ccm Gas diffundieren.

Es wird

$$\mathfrak{D}^{\alpha}_{20} = 3{,}40 \quad \text{und} \quad D^{\alpha}_{20} = 0{,}045$$

2. Versuch.

Barometerstand: 758 mm; Zimmertemperatur: 21° C.; Länge der Flüssigkeitssäule: 6 cm; Querschnitt derselben $(0{,}243^2 . \pi)$ qcm; Temperatur derselben: 20,2° C.

| Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. | Zeit | ccm | $\Delta$ in 1 Min. |
|---|---|---|---|---|---|
| 9h 9′ | −1,50 | — | 10h 5′ | — | 0,110 |
| 9 15 | +3,73 | 0,87 | 10 10 | 13,15 | 0,110 |
| 9 20 | 5,30 | 0,32 | 10 15 | — | 0,12 |
| 9 25 | 6,50 | 0,24 | 10 20 | 14,35 | 0,12 |
| 9 30 | 7,50 | 0,20 | 10 25 | — | 0,117 |
| 9 35 | 8,60 | 0,22 | 10 30 | — | 0,117 |
| 9 40 | 9,50 | 0,18 | 10 35 | — | 0,117 |
| 9 45 | — | 0,15 | 10 40 | — | 0,117 |
| 9 50 | 11,00 | 0,15 | 10 45 | — | 0,117 |
| 9 55 | — | 0,105 | 10 50 | 17,86 | 0,117 |
| 10 0 | 12,05 | 0,105 | | | |

Demnach werden durch eine Schicht von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Dicke in einer Minute 3,88 ccm Ammoniak diffundieren. Es wird

$$\mathfrak{D}^{\alpha}_{20} = 3{,}60 \quad \text{und} \quad D^{\alpha}_{20} = 0{,}047.$$

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich für $D^{\alpha}_{20}$ der Wert 0,047.

Nach den Untersuchungen von Roscoe und Dittmar (Liebig Ann. XLVII. 321) werden bei 15° C. 795 ccm Ammoniak, bei 20° C. 690 ccm Ammoniak von 1 ccm Wasser absorbiert. Unter Annahme dieser Werte ergiebt sich aus der auf S. 15 gegebenen Tabelle für $D_{20} = 0{,}093$, während $D^{\alpha}_{20} = 0{,}047$ gefunden ist.

## § 10.

## Bestimmung des Absorptionskoëfficienten des Ammoniaks in Alkohol bei 20° C.

Es wurde benutzt ein Glasgefäss $M'$ (Fig. 3), das oben drei Öffnungen hatte. In der mittleren Öffnung war mit Siegellack

ein graduiertes Rohr eingekittet, das unmittelbar über der unteren Öffnung durch einen Hahn geschlossen werden konnte. In der zweiten Öffnung war ein Glasrohr eingekittet zum Einströmen des Ammoniaks in den Gasometer *M'*. Das Gas wurde in der auf S. 8 angegebenen Weise hergestellt und ebenso wie früher getrocknet. In der dritten Öffnung der Flasche *M'* war ein Manometerrohr befestigt, in dessen Schenkeln sich Quecksilber befand. Bei *w* strömte das Gas in die Flasche ein und trat bei geöffnetem Hahn durch das graduierte Rohr aus. Wenn angenommen werden konnte, daß alle atmosphärische Luft aus *M'* vertrieben war, wurde bei *w* und *t* geschlossen. In beiden Schenkeln des Manometerrohres stand das Quecksilber gleich hoch. In das graduierte Rohr wurden jetzt etwa 2 ccm absoluten Alkohols gegossen, der Hahn *t* wurde geöffnet, und es strömte eine gemessene Menge Alkohol in die Flasche *M'*. Sogleich begann die Absorption, die Quecksilbersäule bewegte sich nach dem geschlossenen Ende des Manometerrohres. Um in *M'* den Atmosphärendruck zu erhalten, wurde das graduierte Rohr mit Quecksilber gefüllt, durch den geöffneten Hahn strömten soviel Raumteile Quecksilber nach *M'*, wie Raumteile Ammoniak absorbiert wurden. Die Flasche *M'* befand sich in einem Wasserbad von 20° C.

Beobachtungen.

| Temperatur | Druck | Vol. des Alkohols in ccm | Vol. des absorb. Ammoniaks red. | Absorptionskoëfficient |
|---|---|---|---|---|
| 20° | 760 | 0,2 | 68 ccm | 340 |
| 19,9° | 761 | 0,2 | 64 „ | 320 |
| 19,8 | 758 | 0,2 | 60 „ | 300 |
| 20,1 | 762 | 0,3 | 105 „ | 350 |
| 20,0 | 760 | 0,3 | 102 „ | 340 |
| 20,3 | 759 | 0,3 | 98 „ | 327 |

Hiernach werden bei 20° C. und 760 mm Barometerstand von 1 Vol. Alkohol etwa 330 Vol. Ammoniak absorbiert.

Die Bestimmung des Absorptionskoëfficienten ist noch in einer etwas abgeänderten Weise vorgenommen worden. Das Rohr *w* wurde fortgenommen und ersetzt durch einen Kautschukstöpsel, durch den ein Glasrohr mit Hahn führte. Vor der Füllung des Gasometers wurde eine kleine dünnwandige, mit

absolutem Alkohol gefüllte Kugel an Faden in $M'$ eingelassen. Nachdem das Gas eingeströmt war, konnte durch Schütteln der Flasche $M'$ die Glaskugel zum Zerspringen gebracht werden. Die in der Kugel enthaltene Menge Alkohol war durch die Wage ermittelt. Die Versuchsanordnung war im übrigen unverändert.

Aus den drei in solcher Weise angestellten Beobachtungen hat sich ergeben, dass 1 Vol. Alkohol bei 20° C. etwa 350 Vol. Ammoniak absorbiert.

Beobachtungen.

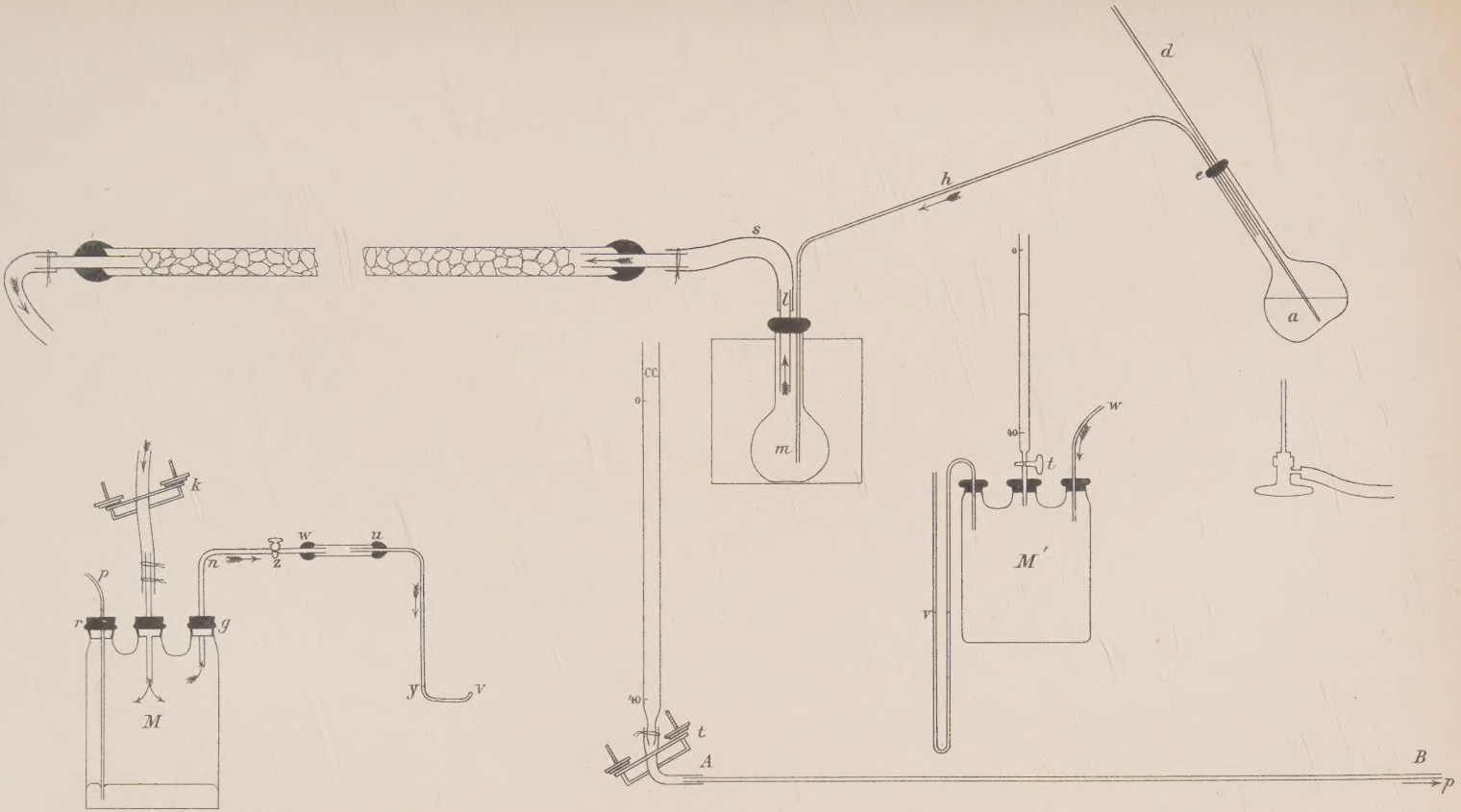
| Vol. des Alkohols in ccm | Vol. des absorb. Ammoniaks red. | Temperatur | Druck | Absorptionskoëfficient |
|---|---|---|---|---|
| 0,55 | 175 ccm | 20° | 760 | 350 |
| 0,46 | 156 „ | 20 | 759 | 340 |
| 0,41 | 148 „ | 20 | 759 | 360 |

Die angegebenen Methoden geben immerhin nur einen Näherungswert für den zu suchenden Koëfficienten. Es ist schwer die Temperatur eines Wasserbades durchaus konstant zu halten. In beiden Fällen musste Alkohol im Gasometer $M$ verdampfen, das Volumen des absorbierenden Alkohols ist also im allgemeinen zu gross in Rechnung gebracht worden.

Von 1 Volumen Wasser werden bei 20° C. etwa 690 Volumen Ammoniak absorbiert, während 1 Volumen Alkohol bei 20° C. nach den angestellten Beobachtungen 340 Volumen Ammoniak in sich aufnimmt. Nahezu im Verhältnis dieser Absorptionskoëfficienten stehen die früher gefundenen Diffusionskonstanten

$$D_{20} = 0{,}093 \quad \text{und} \quad D^{a}_{20} = 0{,}047.$$

Es darf deshalb wohl das schon früher ausgesprochene Gesetz, nach welchem die Diffusion proportional dem Absorptionskoëfficienten wächst, als nahezu bestätigt angesehen werden.


d
h
e
s
l
a
m
cc
0
40
t
A
B
p
w
M′
v
k
p
r
g
M
n
z
w
u
y
v